



Биология для школьников 7 – 11 класса (заключительный этап)
Сложные задачи. Решения

Решение задачи 6. На далеком острове (20 баллов)

1. Легче оценить частоту аллелей в популяции живущей на материке. **(5 баллов)** Там обнаружили только две группы крови А (с генотипами АА и АВ) и В (с генотипом ВВ). Согласно закону Харди-Вайнберга:

$$P_A^2 + 2 P_A P_B + P_B^2 = 1, \text{ а } P_A + P_B = 1,$$

где P_A – частота встречаемости аллели А; P_B - частота встречаемости аллели В.

P_B^2 – доля гомозигот (ВВ), соответствует доли кошек в популяции с группой крови В (0,25). Откуда частота встречаемости аллеля В, P_B , составляет 0,5 (50%). Зная P_B , можно рассчитать P_A . $P_A = 1 - P_B = 0,5$ или 50%.

Также можно пойти более сложным путем и, зная величину P_B , рассчитать величину P_A из квадратного уравнения $P_A^2 + 2 P_A P_B + P_B^2 = 1$.

На острове (**правильный ответ – 10 баллов**) обнаружено в популяции кошек обнаружены три аллельных гена, кодирующие эту систему крови: А, В и АВ. Закон Харди-Вайнберга также распространяется и на такую ситуацию. В этом случае закон Харди-Вайнберга выглядит так:

$$P_A^2 + P_{AB}^2 + P_B^2 + 2 P_A P_B + 2 P_A P_{AB} + 2 P_{AB} P_B = 1, \text{ а } P_A + P_{AB} + P_B = 1.$$

Также эту формулу можно вывести из возможных сочетаний гамет в популяции:

	А	АВ	В
А	АА	ААВ	АВ
АВ	ААВ	АВАВ	АВВ
В	АВ	АВВ	ВВ

Далее рассчитываем также, как и в случае популяции на материке:

$$P_B^2 = 0,1, \text{ соответственно } P_B \approx 0,32.$$

Группа крови АВ проявляется в случае наличия генотипов АВАВ и АВВ, соответственно:

$$P_{AB}^2 + 2 P_{AB} P_B = 0,09.$$

Подставим значение P_B и решим квадратное уравнение. Дискриминант уравнения вида $ax^2 + vx + c$, равен $D = v^2 - 4ac$, а x в таком случае равен:

$$x_1 = \frac{-b+\sqrt{D}}{2a} \text{ и } x_2 = \frac{-b-\sqrt{D}}{2a} \text{ (} x_2 \text{ в этой ситуации меньше нуля и нами не рассматривается).}$$

$$P_{AB} \approx 0,12.$$

$$\text{Рассчитаем } P_A \text{ как } P_A = 1 - P_{AB} - P_B \quad P_A \approx 0,56.$$

2. Что касается различий между популяциями. Из представленных данных нет оснований утверждать, что кошки на острове - это потомки популяции с материка. Возможно, они оказались на острове каким-то другим путем. Соответственно, у них может быть изначально различный генофонд. Отличия в генофонде различных популяций могут быть обусловлены, как вы знаете, разными факторами, например, дрейфом генов. Засчитываются разные варианты ответов при условии их обоснованности. Наличие такого фактора, как дрейф генов, в ответе ожидается. **(5 баллов)**

Решение задачи 7. ПЦР для тигрокрыса (20 баллов)

1. б. полимеразная цепная реакция. **(1 балл)**
2. в. для того, чтобы ДНК денатурировала, распалась на 2 отдельные цепочки. **(3 балла)**
3. Исходное количество двухцепочечной ДНК 1 нмоль, в первом цикле ПЦР образует 2 нмоль ДНК, во втором — 4, и т. д., количество ДНК= 2^n , где n — число циклов. Для того, чтобы синтезировать 250 нмоль ДНК нужно 8 циклов, т. к. за 7 циклов синтезируется только 128 нмоль. **(8 баллов)**
4. Праймер в ходе реакции расходуется, в 1 цикле будет израсходовано по 1 нмоль каждого праймера, во 2 — еще по 2 и т. д.
 $1+2+4+8+16+32+64+128=255$ — столько каждого праймера нужно для прохождения всех 8 циклов. Ответ — праймеров не хватит. **(8 баллов)**

Решение задачи 8. Ксенобот (20 баллов)

1. Среда должна быть жидкой, желательна изоосмотическая, содержать кислород для дыхания (в эпителиальных клетках и кардиомиоцитах есть митохондрии), ионы натрия, кальция для генерации возбуждения и мышечного сокращения (и остальные ионы для поддержания ионного баланса), питательные вещества (глюкозу). **(4 балла в зависимости от детализации ответа)**
2. А. Миоглобин выполняет функцию запасания кислорода, обеспечивает мышцы кислородом при гипоксии (недостаточном кровоснабжении, интенсивной работе). В данном случае его отсутствие не должно играть существенной роли, т.к. обеспечение кислородом происходит за счет диффузии, Ксенобот достаточно маленький, во внешней среде как правило содержится достаточно растворенного кислорода. Движение не изменится.

Б. Миозин — белок, обеспечивающий сокращение мышц. При его отсутствии сокращение невозможно, Ксенобот не будет двигаться

В. Кальциевые каналы — в кардиомиоцитах имеется несколько типов каналов, кальций играет важную роль как в генерации ПД и явлении автоматии, обеспечивает медленную деполяризацию, так и в самом акте мышечного сокращения. Не будет деполяризации, не будет сокращения волокон, двигаться не будет.
(по 4 балла за каждый подпункт)

3. Кардиомиоциты использовали из-за наличия у них явления автоматии – генерации ПД и сокращения без внешнего раздражителя. В случае автономного организма это важно, т.к. нет внешней иннервации. **(4 балла в зависимости от детализации ответа)**